**REDEQUIM**

Revista Debates em Ensino de Química

## TRAJETÓRIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE ROTA SINTÉTICA DO P-RED COMO ALTERNATIVA PARA DISCIPLINA DE QUÍMICA ORGÂNICA EXPERIMENTAL: POSSIBILIDADES E DESAFIOS

Samuel Chaves Cardoso de Matos<sup>1</sup>, Paulo Roberto Rodrigues Meira<sup>1</sup>, Eveline Borges Vilela-Ribeiro<sup>1</sup>  
(samuel\_np@hotmail.com)

1. Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí.

**10**

### RESUMO

Este estudo apresenta a trajetória para implementação de uma abordagem do tipo rota experimental nas disciplinas de Química Orgânica Experimental (bacharelado) e Laboratório de Técnicas de Preparação (licenciatura) em uma universidade pública no interior de Goiás. Para isso, analisou-se os Projetos Pedagógicos dos cursos, comparando as ementas e buscando os conteúdos teóricos às práticas realizadas a fim de que com o remodelamento da disciplina, ela conseguisse ir além das disciplinas de laboratório tradicionais. Foi analisada, então, a viabilidade de implementação da nova disciplina, analisando os conteúdos que foram trabalhados e os conceitos discutidos. O estudo da implementação dessa metodologia de ensino experimental permite uma compreensão da melhor forma de se fazer tal intervenção. Pela análise, chegou-se a conclusão de que é possível aplicar a prática experimental proposta nesse trabalho.

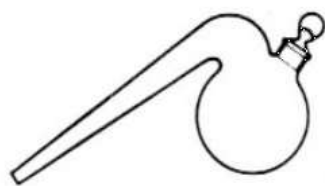
**PALAVRAS-CHAVE:** Química orgânica experimental, Rota sintética, Estratégias de ensino.

Samuel Chaves Cardoso: licenciado em Química pela Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí.

Paulo Roberto Rodrigues Meira: graduado em Química pela Universidade Federal de Goiás, mestre e doutor em Química pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é professor da Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí.

Eveline Borges Vilela-Ribeiro: licenciada em Química, mestre em Ensino de Ciências e doutora em Química pela Universidade Federal de Goiás. Atualmente é professora da Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí.





**REDEQUIM**

Revista Debates em Ensino de Química

## TRAJECTORY FOR THE IMPLEMENTATION OF P-RED SYNTHETIC ROUTE AS AN ALTERNATIVE FOR THE DISCIPLINE OF EXPERIMENTAL ORGANIC CHEMISTRY: POSSIBILITIES AND CHALLENGES

### ABSTRACT

This study presents a trajectory for the implementation of an experimental approach of Experimental Organic Chemistry and Laboratory of Preparation Techniques in a public university in the interior of Goiás. To this, the Pedagogical Project of courses were analyzed, comparing the menus and searching the theoretical contents of the practices carried out with the remodeling of the discipline, and achieved beyond the laboratory disciplines. It was analyzed, then, a viability of implementation the new discipline, analyzing the contents that were worked and concepts discussed. that the new discipline could go beyond the traditional laboratory disciplines. The study of the implementation of experimental teaching methodology allows an understanding of the best way to make such an intervention. By the analysis, it was concluded that it is possible to apply the experimental practice proposed in this work.

**KEYWORDS:** Experimental organic chemistry, Synthetic route, Teaching strategies.



## 1 INTRODUÇÃO

Na formação profissional, seja em qualquer área, é imprescindível que o profissional tenha contato de forma adequada com a aplicação prática dos conhecimentos, pois preparar os indivíduos para serem inseridos no ambiente de trabalho de sua área é o foco principal dos cursos de formação, desde a formação profissional inicial (com a formação dos indivíduos críticos e atuantes em sociedade), até os cursos de pós-graduação (com a formação especializada do profissional).

Para os químicos, aulas práticas de laboratório são fundamentais para a formação profissional do estudante (SATO, 2011). A prática sobre os conteúdos abordados nas aulas teóricas tem sua importância quando se analisa os vários caminhos de atuação profissional de um Químico seja licenciado, bacharel, engenheiro ou industrial. Filho & Benedetti (2011), à respeito da experimentação no ensino básico, afirmam que:

“A experimentação teve um fator positivo nas discussões sobre os conteúdos de química (...) promoveu uma melhora na relação aluno-professor e também houve mais discussão a respeito da importância desta ciência para a sociedade e inclusive o que este profissional executa na vida moderna.” (p.7).

Além do fator motivacional, aulas experimentais no ensino superior agregam os valores formativos orientados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química (DCN-Química) (BRASIL, 2001). Segundo as DCN-Química (BRASIL, 2001), faz parte do perfil dos formandos em bacharelado em química: “(...) domínio das técnicas de utilização de laboratórios e equipamentos, (...) interpretando criticamente as etapas, efeitos e resultados (...)” (p.4). Ainda segundo estas diretrizes, faz parte do perfil do licenciado em Química: “(...) preparação adequada à aplicação pedagógica do conhecimento e experiências de Química (...)” (p.4).

Assim, a importância das aulas experimentais, como parte do currículo de cursos de Química no Ensino Superior, é sustentada em vários sentidos, desde a motivação dos alunos, até as bases de formação destes futuros profissionais, como exemplo a cooperação e comunicação (HOFSTEIN apud SATO, 2011). Para Castilho (1999) e Seré apud Sato (2011), atividades experimentais podem, por exemplo, incitar os alunos a não permanecerem fixados nos conceitos teóricos, ou seja, ocasionam a reflexão sobre a relação

teoria-prática. Toothacker apud Sato (2011) defende que o laboratório é de suma importância para que estudantes consigam entender a química a nível molecular através da prática macroscópica.

Devido à relevância das aulas experimentais na formação superior é necessário, portanto, pensar na melhor maneira de trabalhar este tipo de metodologia para alcançar os objetivos desejados com o maior número possível de indivíduos. Para Thomaz (2000), aulas laboratoriais na formação de licenciados devem ser pensadas no sentido que este profissional atuará em um ambiente, por vezes, desprovido de infraestrutura e terá que ser capaz de, com flexibilidade, elaborar alternativas para aplicar experiências.

Neste sentido, cabem algumas reflexões: Qual a maneira de se trabalhar uma prática de laboratório de forma a conseguir alcançar a formação prática desejada sem que esta formação seja meramente técnica e de manuseio? Qual a melhor maneira de relacionar a prática de laboratório com os conteúdos trabalhados durante o curso? Até que ponto esta associação prática/teoria é necessária? Outras indagações surgem à medida que são respondidos os primeiros questionamentos.

Uma visão muito simplista da experimentação é a que normalmente predomina no pensamento de alguns profissionais (GALIAZZI & GONÇALVES, 2004); A experimentação é vista como uma mera elucidação prática dos conteúdos teóricos abordados em sala de aula. É inegável que aulas práticas são momentos favoráveis à concretização do abstrato, porém, não devem se restringir à esta visão, pois seria este um pensamento simplista acerca da experimentação. O elo teoria-prática pode permitir ao aluno um maior entendimento sobre os conhecimentos relacionados à experimentação trabalhada e à própria filosofia e funcionamento da ciência, além de proporcionar a formação técnica (manuseios de vidrarias e equipamentos) necessária a atuação profissional (OLIVEIRA, 2010; BRASIL, 2001).

Um dos problemas apontados pela literatura refere-se ao uso das chamadas “receitas de bolo”, ou experimentos de verificação (MOHRIG, 2004). Em materiais elaborados para práticas experimentais, pode-se notar uma tendência em colocar passo a passo os movimentos a serem executados pelo aluno e o próprio material aponta o resultado que deve ser alcançado.

Segundo Ferreira et al (2010), práticas desse tipo reduzem a possibilidade da construção de conceitos por parte dos alunos. Ainda segundo esses autores, esta forma de se trabalhar a prática dá a ideia do conhecimento acabado e o experimento se baseia somente na verificação de concepções previamente expostas.

Aulas com caráter investigativo têm sido alvo de estudos recentemente (BRENELLI, 2003; FERREIRA et al, 2010; FRANCISCO, 2013; ROMERO, 2012; SATO, 2011). Insere-se aqui a importância de resultados não esperados, uma vez que na experimentação, eles fazem parte do processo de aprendizagem à medida que instigam o aluno, mas, para além disso, encontrar resultados diferentes dos planejados inicialmente, remete o estudante à análise das decisões tomadas durante a execução desse experimento.

Entretanto, a maioria de pesquisas sobre aulas experimentais investigativas estão relacionadas ao ensino básico. Defende-se, neste contexto, a utilização de práticas contextualizadas e de caráter lógico-crítico, as quais tendem incitar os alunos a encontrarem soluções práticas a problemas colocados. Não existem muitos relatos na literatura sobre práticas contextualizadas no ensino superior de Química. A ênfase predominante em aulas experimentais do ensino superior de Química ainda é a formação especializada, com alto caráter propedêutico e técnico (DOMIN, 1999; FERREIRA et al, 2010; HOFSTEIN et al, 2005; MOHRIG, 2004; FRANCISCO, 2013).

Entendendo a necessidade da formação da autonomia dos futuros químicos e observando propostas inovadoras no ensino experimental de Química Orgânica, este trabalho apresenta a trajetória percorrida por professores para a reestruturação de uma disciplina de Química Orgânica Experimental. Para isso, foi realizado um inventário das aulas práticas comumente realizadas nas disciplinas, bem como proposta a realização de práticas através de uma rota sintética ao invés dos experimentos isolados tradicionais, para turmas dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química da Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí.

## 2 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Goiás/Regional Jataí entre 2014-2015. Os principais momentos desta pesquisa foram: levantamento documental; verificação da rota a substituir os experimentos isolados; organização e análise dos dados. Dentro de um conjunto de práticas adotadas para a disciplina nos últimos anos, buscou-se demonstrar que é possível desenvolver práticas do tipo rota sintética ao longo do curso abordando os mesmos conteúdos propostos nas ementas da disciplina. Estas etapas serão melhor detalhadas a seguir.

### 2.1 Levantamento documental

Sustentados por Gil (2010), realizamos a análise de alguns documentos relacionados à ideia principal da pesquisa. Para isso, realizou-se uma análise dos Projetos Pedagógicos do Curso (PPC) da UFG/Jataí, tanto da licenciatura, como do bacharelado em Química, buscando os principais pontos destes documentos que tinham relação com a ideia inicial desta proposta. Esta verificação foi feita através de perguntas norteadoras como: qual a formação prática que se espera alcançar nos profissionais dos cursos de licenciatura e bacharelado em Química? Quais as disciplinas, que abordem conteúdos de Química Orgânica Experimental, são oferecidas pelos cursos de licenciatura e bacharelado em Química da UFG/Jataí? Quais os conteúdos são especificados nas ementas destas disciplinas? A ideia é que, partindo destas questões gerais, fosse possível relacionar os objetivos dos cursos e das disciplinas ao tipo de aulas experimentais que são comumente oferecidas.

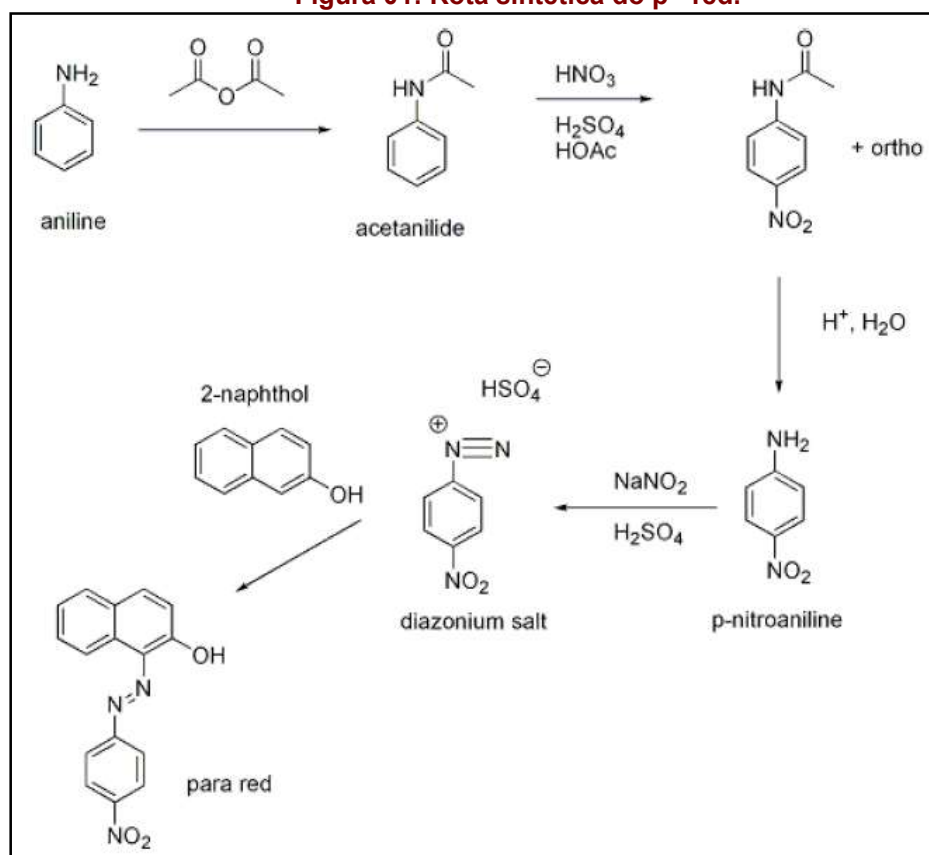
Outro ponto de relevância para este trabalho foi a pesquisa do material didático normalmente utilizado por professores de aulas experimentais. Buscou-se, neste caso, entender o segmento lógico do conjunto de experimentos adotadas para as disciplinas experimentais (principalmente os adotados no curso de Química Orgânica Experimental), além de analisar os conteúdos abordados e a concordância destes com os PPC. A busca foi motivada por verificar o quão explicativo era cada prática e o quanto estas se aproximavam das práticas do tipo aplicação.

Essa análise foi realizada de maneira qualitativa, buscando encontrar respostas às perguntas levantadas.

## 2.2 Proposta de desenvolvimento das aulas práticas

O modelo de prática que é proposto aqui tem o intuito de, através de uma síntese orgânica, abordar vários métodos e técnicas comumente trabalhados nas disciplinas práticas de Química Orgânica. Desse modo, a prática escolhida foi uma rota sintética (Figura 1) que parte da anilina, e através de cinco etapas, se chega ao composto para-Red – 1-(4-nitrofenilazo)-2-naftol, conhecido como p-red, composto este amplamente utilizado como corante.

Figura 01: Rota sintética do p - red.



Fonte: MOHRIG, 1997.

A escolha desta rota sintética aconteceu pois a partir dela é possível abordar vários conteúdos necessários à disciplina além de, como é uma rota sintética, requer atenção especial dos estudantes pois as etapas são dependentes. Sendo assim, dentre as atividades propostas, a rota sintética foi inserida no

contexto das aulas. A análise da rota sintética aqui proposta foi realizada verificando-se o tempo que seria necessário para desenvolvimento destas práticas. Além disso, foi analisada a convergência das práticas com a disponibilidade de carga horária das disciplinas, tanto para licenciatura, como para o bacharelado, aliado, ainda, aos conteúdos propostos nas ementas das disciplinas experimentais que abordam a Química Orgânica. Essa verificação teve a finalidade de analisar as vantagens e desvantagens da utilização desse tipo de prática.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da análise documental foram organizados em duas partes: a análise dos PPC dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química e a análise das práticas experimentais.

#### 3.1 PPC's dos cursos de licenciatura e bacharelado em Química da UFG/ Jataí

O curso de Química na modalidade Licenciatura vem sendo oferecido desde 2007 na UFG/Regional Jataí, porém o PPC desse curso sofreu alterações que entraram em vigor nos anos 2013 e 2014. Este curso é oferecido predominantemente no período noturno e são oferecidas, todos os anos, 45 vagas para ingresso, porém, essas vagas não são preenchidas e poucos alunos têm conseguido chegar ao fim do curso e se graduarem.

A modalidade Bacharelado, do curso de Química, começou a ser oferecida pela Regional Jataí a partir de 1/2013. Nesta modalidade são oferecidas anualmente 40 vagas, que também não são completamente preenchidas.

**Quadro 01: Dados dos cursos.**

	<b>Licenciatura</b>	<b>Bacharelado</b>
Número de vagas ofertadas anualmente	45	40
Alunos matriculados	40*	20*
Carga Horária Total	3144h	3400h
Carga Horária Práticas científico-culturais	815h 25,9%	1069h 31,44%
Disciplinas que envolvem Química Orgânica Experimental Carga Horária	Laboratório de Técnicas de Preparação 64h	Química Orgânica Experimental 64h

**Fonte: Dados fornecidos pelas coordenações do curso.**



É possível notar o número reduzido de alunos matriculados até o ano de 2014 (Quadro 1). Cabe aqui ressaltar que estes são os alunos matriculados em todos os períodos, logo somente parte deles estarão aptos a se matricularem em determinada disciplina experimental, até por conta dos pré-requisitos necessários para algumas disciplinas (Quadro 2). Infere-se que a pequena quantidade de alunos matriculados pode estar associada à desmotivação dos estudantes por fazer uma graduação na área de ciências. Os fatores geradores dessa desmotivação podem ter origem na falta de conexão entre os conteúdos químicos e suas aplicações práticas no ensino básico, além de características próprias das carreiras de bacharel e licenciado em química. Segundo Cachapuz (2005), é necessário modificar a forma de se perceber ciências para uma significativa revolução no ensino de ciências. Profissionais da educação tendem a reproduzir atitudes observadas no decorrer de sua formação (TARDIF, 2007), neste sentido podemos, mais uma vez, defender a necessidade de novos exemplos serem trazidos para as universidades. A experimentação, sendo trabalhada de uma forma contextualizada, conexa e integral, pode possibilitar a associação entre a metodologia utilizada nas aulas de graduação e a atuação desejável para os futuros profissionais em seus respectivos exercícios de função.

**Quadro 02: Pré-requisitos para as disciplinas experimentais que envolvem Química Orgânica.**

Disciplina	Pré-requisito	CH	Modalidade
Química Orgânica Experimental	Laboratório de Técnicas de Preparação	64H	Bacharelado
Laboratório de Técnicas de Preparação	Química Orgânica II e Química Inorgânica I	80H	
Química Orgânica II	Química Orgânica I	64H	
Química Inorgânica I	Interações Químicas	64H	
Química Orgânica I	Interações Químicas	64H	
Laboratório de Técnicas de Preparação	Química Orgânica II, Química Inorgânica I e Química Geral Experimental	64H	Licenciatura
Química Orgânica II	Química Orgânica I	64H	
Química Inorgânica I	Interações Químicas	32H	
Química Orgânica I	Interações Químicas		

**Fonte: Própria.**

Apesar de o não preenchimento de vagas dos cursos ser uma situação indesejável para a instituição (ações institucionais vêm sendo criadas com a finalidade de estimular estudantes da região a optarem pela escolha dos cursos de Química), o número reduzido de alunos possibilita aos professores o desenvolvimento de aulas práticas inovadoras mais facilmente, uma vez

que trabalhar com abordagens diferentes do tradicional requer um acompanhamento maior por parte do regente da turma a fim de avaliar se a estratégia ou metodologia proposta está alcançando os objetivos propostos (FREITAS & VILLANI, 2002).

O PPC anterior a este, do curso de Licenciatura em Química, continha as disciplinas de Química Orgânica Experimental e de Química Inorgânica Experimental (cada uma com uma carga horária de 64h). O documento atual engloba as duas disciplinas em uma disciplina única de técnicas experimentais com carga horária de 64h. A distribuição dos conteúdos atribuídos a cada disciplina pode ser observada no quadro 3.

**Quadro 03: Disciplinas e conteúdos.**

Disciplina	Conteúdos
Laboratório de técnicas de preparação	I) Extração ácido-base; II) Isolamento; III) Purificação; a. Filtragem; b. Precipitação; c. Cristalização IV) Caracterização; V) Extração por arraste de vapor; VI) Extração via Soxlet; VII) Preparação envolvendo técnicas de refluxo, com aquecimento; VIII) Técnicas de laboratório envolvendo química verde.
Química Orgânica Experimental	I) Transformações de grupos funcionais de compostos alifáticos e aromáticos, envolvendo: a. Reações de substituição; b. Reações de eliminação; c. Reações de adição; d. Reações de redução; e. Reações de oxidação; f. Outras reações. II) Caracterização de grupos funcionais e substâncias orgânicas por meio de métodos químicos e físico-químicos; III) Procedimentos de segurança no manuseio e descarte de produtos e resíduos de Laboratório de Química Orgânica.

Fonte: UFG, 2013a, 2013b.

No que refere à formação do profissional, ambos PPC's (licenciatura e bacharelado) apontam a necessidade de formação da autonomia. O PPC da licenciatura menciona que "a formação em nível superior tem como objetivo enculturar o cidadão nos conhecimentos técnicos de sua futura profissão (...) desenvolvê-los como sujeito autônomo e preparado para o mercado de

trabalho (...)” (UFG, 2013a p. 6-7). No documento do curso de bacharelado observa-se esta mesma preocupação em várias colocações, destaca-se aqui como objetivos de formação de bacharéis em Química: “(...) desenvolvendo habilidades específicas para atuar de forma crítica e reflexiva na área de atuação (...)” e “[desenvolver] habilidades para lidar adequadamente com adversidades, buscando bons resultados (...)” (UFG, 2013b p. 7-8). Alicerça-se mais uma vez, mediante estes enunciados, a importância de se pensar aulas e práticas experimentais que ajudem o estudante a formar-se de modo a desenvolver tais habilidades, inclusive, para tal atendendo aos requisitos predeterminados pela DCN-Química (2001), ou seja, que aos futuros profissionais seja possibilitado o aprendizado das habilidades ali colocadas.

Seguindo a análise dos PPCs, os documentos citam a importância da formação autônoma dos futuros químicos. Tal preocupação surge, certamente, das DCN-Química (2001) e da necessidade de formação dessa habilidade para a própria atuação profissional. É necessário que profissionais, seja de quaisquer áreas, estejam preparados para as adversidades e hostilidades que poderão se deparar em seu ambiente de trabalho. Um bacharel em química pode, por exemplo, ingressar na carreira privada em um laboratório que não ofereça todos os equipamentos que ele está acostumado a utilizar na academia, e ainda assim deve conseguir resultados satisfatórios. Ou seja, deverá como profissional buscar formas alternativas para o desempenho de sua função. Da mesma forma um licenciado, que deve estar preparado para lidar com infra-estrutura insuficiente e, por vezes, inexistente. A experimentação é importante em ambos os casos, por possibilitar além da formação de habilidades práticas (técnicas de laboratório) proporcionar um ambiente favorável ao exercício da autonomia (claro que para isso é necessário que a prática dê ao aluno opção de escolha entre, por exemplo, qual técnica utilizar).

Além de habilidades práticas e exercício da autonomia, aprender a redigir relatórios também faz parte da formação de um químico. Segundo o PPC do curso de bacharelado em Química da UFG/Regional Jataí (2013b):

“Saber comunicar corretamente os projetos e resultados de pesquisa em linguagem científica, oral e escrita (textos, relatórios, pareceres, ‘posters’, internet, etc.) em idioma pátrio e estrangeiro (especialmente inglês e/ou espanhol).” (p.11).

Observando o acima disposto, disciplinas experimentais, podem contribuir, também, para a formação dessa habilidade, uma vez que são cobrados dos estudantes relatórios.

### 3.2 - Roteiros utilizadas nas disciplinas relacionadas à Química Orgânica Experimental e prática proposta do tipo rota sintética

Foi analisado o conjunto de roteiros adotado pelos professores de Química Orgânica Experimental da UFG/Regional Jataí. Esta análise será melhor detalhada neste tópico, para elucidação dos questionamentos referentes à metodologia de práticas isoladas como aula experimental.

Em uma análise preliminar, os professores de Química Orgânica utilizam o seguinte modelo: apresentam em suas primeiras páginas normas de segurança em laboratório de Química, seguidos das normas para elaboração de relatórios e posteriormente apresentam uma série de experimentos a serem trabalhados durante a disciplina. A lista de experimentos contida no conjunto de roteiros utilizados pelos professores de Química Orgânica Experimental é apresentada (Quadro 4) exatamente na ordem que aparecem, algumas considerações são colocadas sobre cada uma das práticas.

**Quadro 04: Experimentos contidos nos roteiros utilizados pelos professores de Química Orgânica Experimental.**

Experimento	Considerações
Identificação de grupos funcionais via reações químicas	Há no roteiro desta prática a seguinte colocação: “Cloretos fornecem precipitados brancos, brometos precipitados amarelos claros e iodetos precipitados amarelos”.
Purificação de amostras orgânicas sólidas – recristalização	É apresentado o método da recristalização explicando o que é a técnica e detalhando o que ocorre.
Método de separação – cromatografia em papel	Uma introdução pode ser observada colocando a forma de se calcular o fator de retenção. Neste caso o aluno pode ser induzido a entender meramente os cálculos envolvidos no processo.
Extração com solventes ativos	É uma prática que foge um pouco do tipo receita de bolo, mas ao colocar as formas de se caracterizar (recristalização e ponto de fusão) o material extraído ela acaba rendendo ao modelo tradicional.
Extração da trimiristina	Esta prática coloca em seu roteiro até a quantidade em gramas a ser obtida do princípio ativo.

Reações de oxidação	Apresenta tabelas a serem preenchidas.
Oxidação da acetofenona com hipoclorito de sódio	Apresenta tabelas a serem preenchidas e um detalhamento típico de aulas experimentais do tipo receita de bolo.
Preparação da acetanilida	Apresenta tabela a ser preenchida.

**Fonte: Autores.**

Segundo Força et al (2011), textos-guia das aulas experimentais são características de aulas do tipo receita de bolo. Ainda segundo este autor, este tipo de prática experimental tem seu “ápice” nos relatórios (segundo alguns professores, a elaboração dos relatórios possibilitará a construção do conhecimento, como será melhor discutido posteriormente). Sendo assim, os estudantes acabam direcionando sua atenção à coleta dos dados fornecidos pelos experimentos (que precisam, necessariamente, estarem de acordo com o esperado), além de normalmente terem que repetir o experimento para trabalharem os dados de alguma forma quantitativamente. A preocupação que se nota está voltada à verificação de fatos preestabelecidos, que são mencionados ora nos roteiros, ora pelos professores. Nesse sentido, a construção do conhecimento relativo à prática parece ser deixada de lado, uma vez que o estudante precisa “acertar” os resultados e não construí-los de acordo com o fluxo normal do experimento. É nesse cenário que são desconsideradas causas prováveis de resultados inesperados, como, por exemplo, contaminação dos reagentes, erros de calibragem e medidas, etc. Além disso, essa preocupação acentuada com a verificação acaba fazendo com que os alunos se organizem por funções, o que pode resultar em um contato reduzido com as etapas envolvidas no experimento.

Pode-se fazer uma analogia do ensino voltado à formação especializada, onde a cada um dos integrantes do grupo das aulas experimentais é designado uma função, com o Taylorismo e Fordismo. Segundo estas teorias da administração, o trabalho deve ser dividido em etapas para que haja rendimento (SILVA, 2009). O Taylorismo introduz a ideia de que o planejamento vem de um núcleo ‘pensante’ enquanto a execução é feita pelos operários. Expandindo a ideia, e comparando à forma com que os professores preparam os roteiros do tipo receita de bolo, todos os passos a serem seguidos são apresentados aos alunos e eles apenas executam e verificam os resultados, isto os leva a se organizarem de forma fragmentada (cada um tendo uma função) e o diálogo do trabalho em grupo fica reduzido a tarefas individuais. O Fordismo separa cada etapa da produção, em que

operários de uma etapa se especializam em tal tarefa e não tem contato com outras atividades, assim pode-se, analogamente, comparar com os experimentos isolados normalmente usados em disciplinas experimentais, a formação acaba se tornando fragmentada, além do mais, aqui está um dos possíveis resultados da organização individual dentro dos grupos o que leva alguns alunos a não terem contato direto com certas técnicas. Este tipo de formação pode não subsidiar o futuro profissional para uma leitura e entendimento do universo de trabalho que o espera, o habilitando a meras técnicas operacionais que não podem dar errado, enquanto, na realidade, os erros e resultados não esperados são comuns na rotina diária dos laboratórios.

Continuando a comparação com o Taylorismo, o ensino experimental como é comumente realizado na graduação, está dividido em etapas isoladas, como em uma linha de montagem e, por vezes, estes conhecimentos não seguem uma ordem lógica, assim o que teria o papel de informar e orientar o aprendizado do estudante, torna-se de difícil compreensão. Esta incapacidade pode resultar em um aluno aprovado, pois cumpriu adequadamente todas as etapas, mas incapaz de associar os conhecimentos adquiridos entre si e com os conteúdos estudados nas disciplinas teóricas, pois os conceberam de forma isolada.

Uma das críticas que se faz em relação às práticas isoladas é sua falta de aplicabilidade real. Apenas se faz referências da aplicabilidade de determinada técnica experimental e o intuito dos experimentos isolados acaba sendo apenas de ensinar a técnica. Mais que colocar em prática a teoria estudada, a experimentação tem potencial para aprofundar os conhecimentos teóricos e correlacioná-los a outros conhecimentos dentro de um contexto mais abrangente.

Roteiros experimentais são necessários, porém a forma de preparação, apresentação e uso desses roteiros é determinante para um processo de ensino com eficácia (IZQUIERDO et al, 1999). Neste sentido, trabalhar com uma rota experimental, onde a cada etapa é possibilitado ao aluno analisar sua amostra para verificar se está no caminho certo, pode ser um caminho que possibilite a construção do conhecimento e habilidades e, caso haja

erros, a ideia é que o aluno disponha de tempo hábil para analisá-los e rever, podendo, inclusive, reiniciar a etapa para obter o produto desejado.

Um dos primeiros passos para se selecionar roteiros de práticas é ter em mente quais os materiais e reagentes estão disponíveis. Neste sentido, se utilizou do levantamento de materiais e reagentes existentes nos laboratórios do curso de Química da UFG/Jataí. Já em posse dessa lista, a prática selecionada foi a rota sintética de obtenção do p-red a partir da anilina.

Os conceitos principais abordados nessa rota sintética são:

- Reações orgânicas: acetilação do grupo amino, nitração em anéis aromáticos, hidratação, formação de sal de diazônio e reações com sais de diazônio.
- Técnicas de purificação de amostra: filtração, filtração à vácuo e recristalização
- Caracterização da amostra através de Espectroscopia por Infravermelho
- Orientações orto, meta e para em compostos aromáticos; Proteção e desproteção em grupos reativos; Reações com controle de temperatura; Refluxo; Reação orgânica de precipitação;
- Normas básicas de segurança em laboratório.

O Quadro 5 demonstra a convergência dos conteúdos abordados na rota sintética proposta com os das ementas. Quando a comparação é realizada entre os conteúdos da rota com os roteiros atualmente utilizados esta similaridade é potencializada. A diferença entre a rota e os roteiros por partes, como os atualmente utilizados, é que na rota sintética existe uma organização maior e um envolvimento maior de uma técnica com a outra. Concordando com Setzer (1999), poderíamos dizer que roteiros separados estão mais voltados ao fornecimento de informações que à formação de conhecimento, uma vez que tais informações podem parecer sem emprego, sem aplicação aparente para o graduando.

**Quadro 05: Conceitos abordados na rota sintética do p-red x ementas Experimentos contidos nos roteiros utilizados pelos professores de Química Orgânica Experimental.**

Conteúdos abordados na rota sintética do p-red	Conteúdos abrangentes da disciplina de Química Orgânica Experimental	Conteúdos abrangentes da disciplina de Laboratório de Técnicas de Preparo
Reações Orgânicas: acetilação do grupo amino, nitração em aromático, hidratação, formação de sal de diazônio, reação com sais de diazônio.	Transformações de grupos funcionais de grupos alifáticos e aromáticos envolvendo reações orgânicas.	Preparo [síntese] de compostos envolvendo refluxo.
Técnicas de purificação de amostra: filtração, filtração à vácuo, recristalização.	Embutido nas reações orgânicas mencionadas na ementa.	Purificação de amostra: filtração, recristalização e precipitação.
Caracterização da amostra: a técnica, ou técnicas, a serem utilizadas para a caracterização é, nessa rota, de livre escolha do aluno.	Caracterização de grupos funcionais por métodos químicos e físico-químicos.	-
Orientação orto, meta e para em compostos aromáticos; proteção e desproteção de grupos reativos; reações com controle de temperatura; técnica de refluxo; reação orgânica de precipitação; regras básicas de segurança de laboratório.	Em reações orgânicas: orientação orto, meta e para; proteção e desproteção de grupos reativos; reações com temperatura controlada; refluxo. Normas de segurança.	Técnica de refluxo. Normas de segurança.

**Fonte: Autores.**

Quando o experimento permite que o aluno selecione o método de caracterização de sua amostra, ele apresenta potencial para contribuir para a formação da autonomia do estudante pois, sabendo das técnicas disponíveis em seu laboratório (que podem ser apresentadas pelo professor), deverá decidir entre a melhor a ser utilizada, uma vez que já estudou as técnicas de caracterização de amostras orgânicas. No caso da UFG/ Jataí, a técnica mais



acessível para ser utilizada para caracterização de grupos funcionais de amostras sólidas é a de Espectroscopia por infravermelho, pois está disponível no laboratório do curso de Física, em espaço físico próximo, em parceria com o curso de Química. Uma outra técnica que poderia ser utilizada para análise dos compostos obtidos é a Espectroscopia por Ressonância Magnética Nuclear, porém a UFG/ Jataí não dispõe desse equipamento.

Conhecer o laboratório, suas possibilidades e limitações pode ser mais uma contribuição relevante para a formação dos licenciados e bacharéis em química, pois ao atuarem em suas respectivas atribuições, estes profissionais poderão ser submetidos a este tipo de tarefa. Um problema para que o aluno tenha esse envolvimento maior com o laboratório e o conheça talvez possa ser o tempo reduzido destas disciplinas. Porém, a aplicação de uma rota sintética como a analisada poderia levar apenas 4h, e como já analisado anteriormente essas disciplinas experimentais contam com uma carga horária total de 64h. Além do mais, quando se observa o número de conteúdos abrangidos pela rota sintética analisada pode-se inferir que, com uma seleção apropriada de rotas sintéticas, com quatro ou cinco rotas por exemplo, conseguiria um professor abordar todos os conteúdos apresentados nas ementas. Sendo assim, há tempo de esmiuçar o laboratório para o aluno e buscar uma conexão teoria-prática.

### **3.3 As dificuldades encontradas no processo**

Os estudantes estão acostumados às aulas práticas “tradicionais”. Assim, quando a proposta da disciplina foi apresentada a eles, aparentaram satisfação. No entanto, ao longo do processo, algumas dificuldades foram encontradas.

A principal dificuldade encontrada foi sempre depender de uma síntese anterior para começar a próxima. É comum (e esperado) que nos laboratórios as coisas nem sempre saiam como é planejado, mas quando o reagente de partida de uma prática depende da prática anterior, é importante que o estudante saiba a necessidade de se obter o produto desejado. Assim, quando o produto necessário não era obtido (e os estudantes precisavam realizar a caracterização dos produtos ao final de cada síntese), eles

deveriam repetir a síntese. No entanto, essa dificuldade se tornou uma oportunidade para discutir o que representa o “erro” na ciência e como nem sempre a ciência funciona obedecendo ao planejamento.

Outra dificuldade encontrada consiste na utilização de mais reagentes e mais tempo dos professores e técnicos de laboratório, já que foi necessário que os estudantes realizassem novamente alguma síntese em horário extra-classe para que pudessem dar prosseguimento às sínteses conforme o planejamento prévio.

Além disso, é preciso que haja parceria com professores responsáveis por outros laboratórios, uma vez que nem sempre é possível realizar todas as etapas no laboratório de ensino. Em nosso caso, isso foi necessário para realizar a caracterização dos produtos obtidos em cada uma das etapas.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A formação da autonomia nos futuros formados, em qualquer área, é de suma importância, pois o mercado cada dia exige mais que os profissionais saibam tomar decisões a curto e longo prazo bem como o trabalho em grupo para aumentar o desempenho dentro do desenvolvimento de suas atribuições. Na química, seja na licenciatura ou no bacharelado, a ideia de formar o indivíduo autônomo se faz presente nos PPC's dos cursos oferecidos pela UFG/Jataí, concordando com as DCN-Química. A preocupação com a formação especializada não fere o princípio de formação da autonomia, pois a autonomia se complementa com a especialidade. Em um laboratório de Química, os químicos devem estar atentos a tudo que os cerca e devem, por vezes tomar rápidas decisões, sendo assim conhecimentos básicos, e as vezes avançados, lhe são requeridos.

Este estudo propiciou a verificação da possibilidade de uma abordagem do tipo rota experimental nas disciplinas de Química Orgânica Experimental (bacharelado) e Laboratório de Técnicas de Preparação (licenciatura). Para isso analisou-se os PPC's de ambos cursos, comparando as ementas e buscando relacionar tempo e conteúdo, associando ainda com uma proposta de rota experimental. O estudo da viabilidade de implementação de uma nova abordagem permite uma compreensão da melhor forma de se fazer tal

intervenção. Analisar o que tem sido feito foi importante para planejar o novo modo de oferecer a disciplina. Foi possível implementar a rota sintética, uma vez que havia convergência de conteúdos em relação às ementas dos cursos.

Notamos também que algo relevante ao se propor uma mudança de abordagem em uma disciplina, é a aceitação por parte dos professores, uma vez que ele é o agente organizador da mesma.

Visto as análises depreendidas nesse trabalho, para se implementar uma nova proposta deve-se, inicialmente, preparar os professores e técnicos para aceitar a proposta, observar a viabilidade técnico-financeira da instituição, decidir entre práticas que contemplem as ementas e, se necessário, realizar as adaptações.

## **REFERÊNCIAS**

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação Superior. Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de Química. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Quimica.pdf>>. Acesso em 02 dez. 2015.

\_\_\_\_\_. Conselho Federal de Química. Resolução Normativa nº 198. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.cfq.org.br/rn/RN198.htm>>. Acesso em 02 dez. 2015.

BRENELLI, E. C. S. A extração de cafeína em bebidas estimulantes – Uma abordagem para um experimento clássico em Química Orgânica. Química Nova, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 136-138, 2003.

CACHAPUZ, A. et al. (Org) A necessária renovação no ensino de ciências. São Paulo: Cortez, 2005.

CASTILHO, D. L.; SILVEIRA, K. P.; MACHADO, A. H. As aulas de química como espaço de investigação e reflexão. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 9, p. 14-17, 1999.

DOMIN, D. S. A content analysis of General Chemistry Laboratory Manuals for evidence of higher-order cognitive tasks. Journal of Chemical Education, v. 76, n. 1, p. 109, 1999.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FILHO, E. B.; BENEDETTI, L. P. S. Experimentação em Química como processo motivador da ciência. Revista Eletrônica UDESC em Ação, v. 5, n. 1, 2011.

FORÇA, A.C.; LABURÚ, C. E.; DA SILVA, O. H. M.. Atividades experimentais no ensino de física: teoria e práticas. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. 2011. Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0035-1.pdf>>. Acesso em 02 dez. 2015.

FRANCISCO, W. El uso de un caso de investigación para el estudio de los métodos electrolíticos: una experiencia en la educación superior. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 12, n. 3, p. 419-439, 2013.

FREITAS, D.; VILLANI, A. Formação de professores de ciências: um desafio sem limites. Investigação em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 121-144, 2002.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. Química Nova, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

HOFSTEIN, A.; NAVON, O.; KIPNIS, M.; MAMLOK-NAAMAN, R. Developing students ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. Journal of Research in Science Teaching, v. 42, n. 7, p. 791-806, 2005.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. E ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencia experimentales. Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 1, pp. 45-60, 1999.

MOHRIG, J. R. The problem with Organic Chemistry Labs. Journal of Chemical Education, v. 81, n. 8, p. 1083-1085, 2004.

MOHRIG, J.R.; MORRILL, T.C.; HAMMOND, C.N.; NECKERS, D.C. Experimental Organic Chemistry; Freeman: New York, NY, 1997; pp 45667.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. Acta Scientiae, Canoas, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

ROMERO, A. L.; BAPTISTELLA, L. H. B.; COELHO, F.; IMAMURA, P. M. Resolução do ibuprofeno: um projeto para a disciplina de Química Orgânica experimental. Química Nova, v. 35, n. 8, p. 1680-1685, 2012.

SATO, M. S. A aula de laboratório no Ensino Superior de Química. 2011. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2011.

SETZER, V. W. Dado, informação, conhecimento e competência. Revista de Ciência da Informação, n. 0, 1999.

SILVA, R. S. Automação, Taylorismo-Fordismo e qualificação para o trabalho. Revista Labor, v. 2, n. 2, 2009.

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. Petrópolis: Vozes, 2007.

THOMAZ, M. F. A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 17, n. 3, p. 360-369, 2000.

UFG. Instituto de Ciências Exatas – UFG/Regional Jataí. Projeto Pedagógico do Curso – Licenciatura em Química. 2013a.

\_\_\_\_\_. Instituto de Ciências Exatas – UFG/Regional Jataí. Projeto Pedagógico do Curso – Bacharelado em Química. 2013b.